

Kari Siivonen

Saostuskemikaalien testaus jätevedenpuhdistusprosessissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Kemiantekniikka
Insinöörityö
27.5.2011

Tekijä(t) Otsikko	Kari Siivonen Saostuskemikaalien testaus jätevedenpuhdistusprosessissa
Sivumäärä Aika	23 sivua + 2 liitettä 27.5.2011
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	kemiantekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja(t)	tuotantopäällikkö Pasi Pelkonen lehtori Timo Meros
<p>Tämä insinöörityö käsittelee maalinvalmistuksessa syntyneen jäteveden puhdistusta saostamalla sekä teollisuusjäteveden puhdistusta yleisesti.</p> <p>Insinöörityö tehtiin Teknos OY:n Rajamäen tuotantoyksikön lietalaitokselle, ja tarkoituksena oli testata korvaavia, halvempia kemikaaleja vanhan käytössä olevan kalliimman saostusaineen tilalle. Tavoitteena oli vähentää jätevedenpuhdistuksen käyttökustannuksia.</p> <p>Kemikaalien saostuskykyä testattiin aluksi laboratoriossa ja lopulta itse prosessissa. Saostuskokeet tehtiin laboratoriossa yksinkertaisella purkkitestillä. Saostettavat jätevesinäytteet otettiin prosessin ensimmäisestä jätevesisäiliöstä.</p> <p>Kokeet koostuivat alustavista, toisto- ja laituskokeista. Alustavien kokeiden tekemiseen käytettiin muutama päivä ja toistoja tehtiin noin kuukauden ajan. Laituskokeita tehtiin toistokokeiden yhteydessä. Toistokokeilla pyrittiin saamaan kuvaa miten uudet saostusaineet toimivat vaihtelevanlaatuisen jäteveden saostamisessa. Laituskokeiden aikana esiintyi ongelmia joidenkin uusien kemikaalien kohdalla. Jotkin vaikeasti saostuvat jätevedet eivät saostuneet joillain uusilla kemikaaleilla ollenkaan.</p> <p>Kokeiden tulosten perusteella paras vaihtoehto olisi ottaa jokin kokeissa hyvin menestynyt kemikaali käyttöön vanhan kemikaalin rinnalle. Vanhasta kemikaalista ei kannata luopua kokonaan, sillä uudet kemikaalit eivät pystyneet saostamaan kaikkia jätevesiä. Rinnakkaiskäytöllä saavutettaisiin huomattavat säästöt vuositasolla.</p>	
Avainsanat	saostus, jäteveden puhdistus, teollisuusjätevesi

Author(s) Title	Kari Siivonen Testing coagulation agents in the wastewater treatment process
Number of Pages Date	23 pages + 2 appendices 27 May 2011
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Chemical Engineering
Specialisation option	
Instructor(s)	Pasi Pelkonen, Production Manager Timo Meros, Senior Lecturer
<p>This thesis discusses the treatment of waste water generated in paint production by coagulation and also the treatment of industrial waste water in general.</p> <p>This project was done for Teknos LLC, specifically for the water treatment plant of the production facility in Rajamäki. The purpose of this project was to find a suitable replacement for the costly currently used coagulation agent among the cheaper pre-selected candidates. The ultimate goal for this project was to diminish the running costs of the treatment plant by diminishing the usage of the old chemical or by replacing it altogether.</p> <p>The coagulation ability of the different chemicals was first tried in laboratory environment and later in the treatment process itself. The laboratory tests were performed by a simple jar testing procedure. The waste water samples for the tests were taken straight from the process, specifically from the first waste water storage tank.</p> <p>The experimenting was done in three stages: preliminary experiments, series of sequential experiments and on-site experiments. The preliminary experiments were done in a few days while the sequential ones spanned for about a month. The on-site testing was done during the sequential experiments. The purpose of the series of experiments was to re-search the suitability of the coagulation agents with variable waste water.</p> <p>During the on-site tests some problems were encountered in coagulating the suspended solids in the waste water. Some of the chemicals were unable to deal with all varieties of waste water.</p> <p>On the basis of the results of the experiments, it would be recommended to select one of the suitable new chemicals which fared well in the tests for parallel use with the old one. It would be ill advised to let go off the old one completely since the new chemicals were not able to coagulate all varieties of waste water. By using one of the new chemicals in parallel with the old one, its usage could be diminished thus gaining significant savings in running costs.</p>	
Keywords	coagulation, water treatment, industrial waste water

Sisällys

1	Johdanto	3
2	Maaleista	3
2.1	Sideaineet	3
2.2	Liuottimet	5
2.3	Pigmentit	5
2.4	Apuaineet	5
2.5	Valmistus	6
3	Jätevesi	7
4	Prosessi	8
5	Teoriaa	9
5.1	Kolloidiset seokset	9
5.2	Teollisten jätevesien käsittely	10
5.3	Haitalliset aineet jätevedessä	11
5.4	Jäteveden puhdistusmenetelmiä	11
5.4.1	Koagulointi	11
5.4.2	Sähkökemiallinen koagulointi	12
5.4.3	Flokkulointi	13
5.4.4	Laskeutus	13
5.4.5	Saostus	13
5.4.6	Suodatus	14
5.4.7	Flotaatio	14
5.4.8	Hapetus ja pelkistys	14
6	Kokeellinen osa	15
6.1	Menetelmä ja välineet	15
6.2	Testattavat saostusaineet	15
6.3	Työn vaiheet	15
7	Tuloksia	17
7.1	Alustavat kokeet	17

7.2	Toistokokeet	18
7.3	Laitoskokeet	19
8	Johtopäätökset	20
	Lähteet	23
	Liitteet	
	Liite 1. Lietelaitoksen PI-kaavio	
	Liite 2. Kemwater-kemikaalien tuotetiedot	
	Liite 3. Laboratorioanalyysin tulokset	

1 Johdanto

Tämä insinöörityö käsittelee maalinvalmistuksessa syntyneen teollisuusjäteveden saostamista, saostusprosessissa käytettäviä kemikaaleja ja menetelmiä. Tämän lisäksi työssä käydään pikaisesti läpi myös muita jätevedenpuhdistuksessa käytettyjä menetelmiä.

Työ tehtiin Teknos OY:n, Rajamäen tuotantoyksikön jätevesilaitokselle. Tarkoituksena oli tutkia korvaavia saostusaineita käytössä olevan aineen tilalle tai rinnakkaiskäyttöön. Testattavana oli neljä Kemiran tuottamaa ainetta sekä yksi Chemetalin tuottama aine.

Tavoitteena oli tutkia valittujen aineiden soveltuvuus tehtaan vaihtelevanlaatuiseen jäteveden saostamiseen. Kokeita tehtiin noin kuukauden ajan eri päivinä ja tarkasteltiin aineiden käyttäytymistä koostumukseltaan erilaisten jätevesien kanssa. Pienen mittakaavan kokeilun jälkeen siirryttiin testaamaan aineita itse prosessissa.

2 Maaleista

Jotta maalinvalmistuksessa syntyneistä jätteistä voidaan puhua, on ensin hyvä tietää maaleista joitain perusasioita kuten yleinen koostumus. Maalit koostuvat pääosin liuotimista, sideaineista, pigmenteistä ja täyteaineista. Suurin osa maalista on sideainetta ja liuotinta, loput pigmenttiä ja täyteaineita. Näiden lisäksi maali voi sisältää pieniä määriä apuaineita, jotka antavat maalille joitain haluttuja ominaisuuksia. Maalit ovat yleensä vettä tiheämpiä, viskooseja aineita ja koostuvat ainesosista, jotka eivät reagoi keskenään. [2, s. 10; 8, 9, 10]

2.1 Sideaineet

Sideaine pitää maalin eri osat yhdessä ja kiinnittää maalin maalattavaan pintaan. Käytetystä sideaineesta riippuvat myös useat muut maalin ominaisuudet kuten syntyvät maalikalvon kestävyys, joustavuus, kovuus ja kiilto. Sideaineena toimivat synteettiset tai luontaiset hartsit sekä öljyt. Maalit nimetään yleensä pohjana toimivan sideaineen mukaan; esimerkiksi rautakaupassa voi törmätä alkydi- ja epoksimaaleihin. Sideaines-

ta riippuu myös, millä mekanismilla maali kovettuu. Maalit jaetaan fysikaalisesti kovettuviin ja kemiallisesti kovettuviin maaleihin sideaineen mukaan (taulukot 1 ja 2). Tämä jako tarkoittaa käytännössä sitä, että kovettuminen voi tapahtua yksinkertaisesti liuotimen haihtuessa pois tai jonkin kemiallisen reaktion johdosta. Kemiallinen kovettuminen voi tapahtua esimerkiksi maalin joutuessa kosketuksiin ilman kanssa, jolloin sideaine hapettuu kiinteäksi yhdisteeksi. Näin tapahtuu esimerkiksi maaleilla, joissa sideaineena toimii pellavaöljy. Jotkin maalit kovettuvat katalyyttisen reaktion tuloksena. Kyseiset maalit koostuvat kahdesta osasta: maali- tai muoviosasta ja kovetteesta. Nämä maalit eivät kovetu, ennen kuin osat sekoitetaan keskenään. [2, s. 10; 10, 11]

Taulukko 1. Fysikaalisesti kuivuvat sideaineet [2, s.11]

Fysikaalisesti kuivuvia		
Liuoksessa	Dispergoitu veteen	Dispergoitu orgaaniseen nesteeseen
Nitroselluloosa Kloorikautsu Vinyyli Akryyli	Polyvinyylisetaatti-lateksi Akryylilateksi Akryylikopolymeerilateksi	PVC-plastisolit PVC-organosolit

Taulukko 2. Kemiallisesti kuivuvat sideaineet [2, s.11]

Kemiallisesti kuivuvia					
Hapettumalla kuivuvat	Korkeassa lämpötilassa kuivuvat	Katalyytin avulla kuivuvat	Kaksikomponenttireaktion kautta kuivuvat	Kosteuskovettuva	Epäorgaaniset
Kuivuvat öljyt Alkydit Styrenoidut alkydit Ureaanialkydit Epoksiesterit	Alkydi-aminohartsit Epoksiesteri-aminohartsit Epoksi-aminofenoli-hartsit Akryyli-hartsit Silikonit	Alkydi-aminohartsit Polyesterihartsit	Epoksihartsit Polyuretaanihartsit	Isosyanaattihartsit	Kalkki Sementti Silikaatti

2.2 Liuottimet

Liuotin vaikuttaa maalissa sen viskositeettiin ja kovettumiseen. Suuri määrä liuotinta maalissa tekee siitä juoksevampaa ja siten helpommin levitettävää. Lopulliseen maali-pintaan liuotinta ei jää, sillä se haihtuu pois maalin kovettuessa. Liuottimen tehtävänä on lähinnä toimia haihtumattomien aineiden kuljettajana. Liuottimena käytetään yleensä vettä, öljyä tai alkoholeja. Näiden lisäksi voidaan käyttää myös tärpättiä sekä joitain eettereitä ja estereitä. [2, s.12; 10]

2.3 Pigmentit

Pigmentit antavat maalille väriä ja vaikuttavat maalin tekstuuriin (taulukko 3). Pigmentteiksi luetaan myös jotkin väriä antavat täyteaineet, joita käytetään vahvistamaan maalin rakennetta ja lisäämään sen tilavuutta. Tällaisia aineita on esimerkiksi kalkki ja talkki. Yksi tärkeimmistä ja useimmin käytetyistä pigmenteistä on titaanivalkoinen eli titaanidioksidi (TiO_2). Joitain pigmenttejä käytetään myös korroosion estoon. Tällaisia pigmenttejä ovat esimerkiksi lyijymönjä, sinkkifosfaatti ja bariummetaboraatti. [2, s. 10-11; 10, 11]

Taulukko 3. Useimmin käytetyt väripigmentit (2, s.11; 3, s.51)

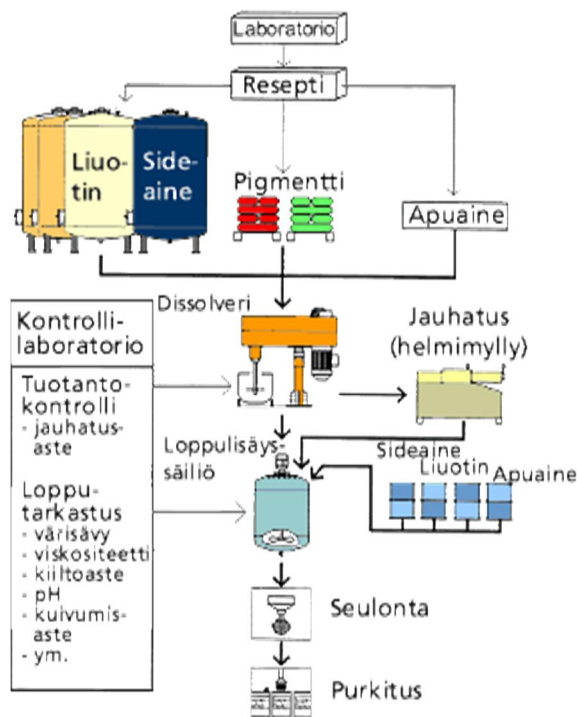
Valkoinen	Punainen	Keltainen	Musta	Vihreä	Sininen
Titaanioksidioksidi Sinkkioksidio	Rautaoksidipunainen Toluidinpunainen Muut orgaaniset punaiset pigmentit	Rautaoksidikeltainen HANSA-keltainen Muut orgaaniset keltaiset pigmentit	Rautaoksidimusta Nokimusta Muut orgaaniset mustat pigmentit	Kromioksidivihreä Ftalovihreä	Ftalosininen

2.4 Apuaineet

Apuaineita käytetään, kun halutaan antaa maalille jotain ominaisuuksia, joita ei saada aikaan muilla ainesosilla. Apuaineilla voidaan esimerkiksi estää maalin vaahtoutuminen, jäätyminen ja bakteerien kasvu sekä parantaa maalin tartuntakykyä maalattaviin pintoihin. Apuaineiden osuus maalissa muihin osiin verrattuna on kuitenkin erittäin pieni, yleensä alle 1 %. [10]

2.5 Valmistus

Maalit valmistetaan panoksina, sillä jatkuvatoiminen prosessi ei sovellu maalinvalmistukseen. Tietty maalipanos valmistetaan etukäteen valmistellun reseptin mukaan, joka on pitkän kehitystyön ja optimoinnin tulos. Resepti kertoo valmistajalle panokseen tarvittavat raaka-aineet ja niiden lisäysjärjestyksen sekä yksikköprosessit, joiden lävitse seos on ajettava. Panoksen teko aloitetaan usein sekoittamalla osa liuottimesta ja sideaineesta ja kaikki pigmentit yhteen. Sekoituksen jälkeen seos ajetaan helmimyllyn läpi (kuva 1). [2, s.13]



Kuva 1. Nestemaalinalmistus [12]

Jauhatus on yksi tärkeimpiä valmistuksen vaiheita, sillä moni asia riippuu jauhatuksen tasosta. Ennen jauhatusta pigmenttien hiukkaset ovat kasautuneet suuremmiksi agglomeraateiksi, jotka voivat olla lopullisen maalikalvon paksuisia. Ilman jauhatusta lopullisesta maalikalvosta tulee karkea ja epätasainen. [2, s.13-14]

Jauhatuksen jälkeen voidaan seokseen vielä lisätä liuottimia tai sideaineita. Tässä vaiheessa seokseen lisätään myös apuaineet ja seos sävytetään väripastoilla tarpeen mukaan. Loppulisäyksen jälkeen seos seulotaan mahdollisten epäpuhtauksien poistamiseksi.

3 Jätevesi

Rajamäen tuotantoyksikössä valmistetaan vesiohenteisia maaleja. Puhdistettava jätevesi koostuu eri prosessisäiliöiden pesuvesistä. Jätevesi sisältää säiliöistä veteen liuenutta maalijätettä, ja sen laatu ja väri vaihtelee huomattavasti riippuen siitä, mitä tuotetta pestävissä säiliöissä on milloinkin tehty. Vaihtelu voi olla hyvin äkkinäistä, mikäli jokin pesuvesi sisältää vaikeasti saostuvia ainesosia. Saostamista hankaloittaa erityisesti jäteveteen suspendoituneet sideaineet. Jäteveden väri riippuu raaka-aineina käytetyistä pigmenteistä.

Jätevedessä olevien haitallisten aineiden pitoisuuksille ei ole määritetty kovin tarkkoja raja-arvoja. Koska käsitelty jätevesi lasketaan kunnalliseen viemäriverkkoon, kunta on tehnyt raja-arvoista ehdotuksen, jonka mukaan jätevesi on pyritty puhdistamaan. (Taulukko 4.)

Taulukko 4. Oleelliset raja-arvot jätevedelle

pH	6-10	Arseeni	< 0,1 mg/l
Sulfidi	< 5 mg/l	Elohopea	< 0,01 mg/l
Sulfaatin, tiosulfaatin ja sulfiitin yhteismäärä	< 400 mg/l	Kadmium	< 0,01 mg/l
		Kok. kromi	< 1,0 mg/l
		Kuusiarvoinen Cr	< 0,1 mg/l
		Kupari	< 2,0 mg/l
		Lyijy	< 0,5 mg/l
		Nikkeli	< 0,5 mg/l
		Seleeni	< 1,0 mg/l
		Sinkki	< 3,0 mg/l
		Tina	< 2,0 mg/l

4 Prosessi

Teknoksen Rajamäen tuotantoyksikössä prosesseissa syntynyt jätevesi käsitellään paikallisesti omassa laitoksessa. Jätevesi pyritään käsittelemään sellaiseen kuntoon, että se voidaan laskea kunnalliseen viemäriverkkoon. Kaikkia jäteveden sisältämiä epäpuhauksia ei pystytä eikä pyritäkään poistamaan; riittää, kun haitallisten aineiden pitoisuudet saadaan tarpeeksi alhaisiksi.

Jätevesi kerätään kahteen varastosäiliöön, joissa eri pesuvedet sekoittuvat keskenään. Varastosäiliöistä jätevesi pumpataan panos kerrallaan saostussäiliöön (kuva 2), jossa veteen lisätään saostusaine sekä tarvittaessa polymeeriä suuremman flokin aikaansaamiseksi. Kemikaalien lisäyksen jälkeen seosta sekoitetaan joitakin minuutteja ja annetaan sen jälkeen syntyneen sakan laskeutua säiliön pohjalle. Kirkastettu jätevesi johdetaan kunnalliseen viemäriverkkoon ja pohjasakka pumpataan linkoon veden erottamiseksi. Koko prosessi on kuvattu tarkemmin PI-kaaviossa (liite 1).



Kuva 2. Saostussäiliö (13)

Prosessi on teoriassa automaattinen, mutta käytännössä se tarvitsee yhden henkilön valvontaa toimiakseen kunnolla. Prosessissa on automaattinen saostusaineen syöttö, joka syöttää noin 12 kg saostusainetta kerrallaan säiliöön. Lisäyksen jälkeen säiliötä sekoitetaan noin 5 minuuttia, jonka jälkeen automaatio antaa seoksen laskeutua. Mikäli seos ei ole tarpeeksi kirkasta, automaatio käynnistää sekoituksen uudestaan. Polymeeri joudutaan tarvittaessa lisäämään käsin, mikäli sopivan kokoista sakkaa ei synny. Myös jäteveden laadunvaihtelu aiheuttaa automaatiolle ongelmia. Jotkin jätevesierät eivät saostu normaalisti vaan vaativat enemmän saostusainetta. Käytössä oleva järjestelmä

ei pysty arvioimaan tarvittavan saostusaineen määrää, jolloin prosessia joutuu valvo-
maan ihminen ja tarvittaessa syöttämään prosessiin lisää saostusainetta.

Kirjoitushetkellä prosessissa on saostuskemikaalina jauhemainen Klüthe T 400- 201, joka sisältää fyllosilikaatteja, suoloja ja polymeerejä. Käytössä on myös vanhempaa Klüthe T 400- 129 jauhetta, jonka ominaisuudet vastaavat melko tarkasti uudempaa ainetta. Flokkulanttina toimii jauhemainen Brennfloc 3840, kationinen polyakryyliamidi.

5 Teoriaa

Käsiteltävä pesuvesi on kolloidinen seos, jossa veteen on suspendoituneena useita erilaisia kiinteitä hiukkasia. Nämä hiukkaset ovat valmistuksessa käytettyjä aineita kuten pigmenttejä ja sideaineita. Seuraavaksi käsitellään tarkemmin kolloidisen seoksen määritelmä.

5.1 Kolloidiset seokset

Tällaisella seoksella tarkoitetaan eräänlaista heterogeenisen ja homogeenisen seoksen välimuotoa. Homogeenisessä seoksessa eri ainesosat eivät ole silmin havaittavissa. Tällaisia seoksia ovat esimerkiksi erilaiset suolaliuokset. Heterogeenisessä seoksessa vastaavasti eri ainesosat ovat selvästi nähtävissä paljain silmin. Tällainen seos voisi esimerkiksi olla yhdyskuntajätevesi, jossa on selvästi erotettavissa kiinteää jätettä nesteen joukossa. Kolloidisen seoksen hiukkaset ovat niin hienojakoisia, ettei sitä voida määrittää heterogeeniseksi, mutta samalla hiukkaset ovat liian suuria, joten seosta ei voi nimittää myöskään homogeeniseksi. Kolloidinen seos koostuu dispergoituneesta ja jatkuvasta faasista. Seoksessa dispergoitunut faasi on jakautunut tasaisesti jatkuvan faasin sisälle, eli jatkuva faasi toimii tavallaan liuottimena. [4, s. 1-3]

Kolloidisiksi aineiksi lasketaan hiukkaset, joiden koko on alle yhden mikrometrin vähintään yhden dimension suhteen. Esimerkiksi kolloideiksi voidaan laskea pitkät rihmamaiset aineet, joiden paksuus alittaa yhden mikrometrin. Kolloideja yhdistää se seikka, etteivät ne liukene kemiallisesti niitä ympäröivään jatkuvaan faasiin, vaikka arkikielessä puhutaankin liuenneista kiintoaineista. Normaalisissa liuoksissa liuenneen aineen koko

on samaa luokkaa kuin sitä liuottavien molekyylien, kun taas kolloidisessa seoksessa suspendoituneiden hiukkasten koko on valtava liuottaviin molekyyleihin verrattuna. Esimerkiksi vesimolekyylin koko on noin 100 pikometriä eli 0,0001 mikrometriä, verrattuna noin mikrometrin kokoisiin kolloidishiukkasiin. [4, s.1-3]

Kolloidisessa seoksessa mikä tahansa faasi (kiinteä, neste, kaasu) voi olla dispergoituneena tai jatkuvana faasina (taulukko 5). Ainoana poikkeuksena seos, jossa molemmat faasit olisivat kaasuja. Tämä ei ole mahdollista, sillä kaikki kaasut sekoittuvat keskenään yhtä tehokkaasti. Tässä tapauksessa on mahdotonta määrittää, kumpi kaasuista olisi dispergoitunut ja kumpi jatkuva faasi.

Taulukko 5. Mahdolliset kolloidiset dispersiot [4, s. 3]

Dispergoitunut faasi	Jatkuva faasi	Nimitys
Kiinteä	Kaasu	Aerosoli
Neste	Kaasu	Aerosoli
Kiinteä	Neste	Suspensio
Neste	Neste	Emulsio
Kaasu	Neste	Vaahto
Kiinteä	Kiinteä	Kiintoseos
Neste	Kiinteä	Geeli
Kaasu	Kiinteä	Kiinteä vaahto

5.2 Teollisten jätevesien käsittely

Miltei kaikilla teollisuuden aloilla syntyy tuotantoprosessien yhteydessä jätevettä. Useissa tapauksissa prosesseissa syntyvä jätevesi on laadultaan sellaista, ettei sitä voi laskea sellaisenaan luontoon tai viemäriverkostoon. Tällainen jätevesi sisältää ympäristölle haitallisia ja mahdollisesti eliöille myrkyllisiä yhdisteitä. Tämän takia haitallinen jätevesi on käsiteltävä paikan päällä tai johdettava jonnekin muualle käsiteltäväksi.

Teollisuudesta peräisin olevat jätevedet eroavat aika lailla yhdyskuntajätevesistä. Teollisessa jätevedessä on usein vain muutamia tiettyjä haittatekijöitä, jotka joudutaan poistamaan ennen veden laskemista luontoon tai viemäriverkkoon. Näiden aineiden poistoon on usein tarkat ja täsmälliset menetelmät, joten yhdyskuntajätevesipuhdistamon kaltaista pitkää käsittelyketjua ei tarvita. Hyvänä esimerkkinä Teknoksen puhdis-

tamo, joka koostuu vain muutamasta varastosäiliöstä, saostussäiliöstä ja lingosta. [7, s.29-33]

Vedenpuhdistukseen käytettävä prosessi perustuu jäteveden koostumukseen ja ominaisuuksiin. Jätevedessä voi olla liuenneena tai suspendoituneena kiintoaineita, joista osa voi olla laskeutettavissa ja osa ei. Laskeutettavan kiintoaineen määrä on tärkeä tekijä sopivia menetelmiä valittaessa. Tämän lisäksi on hyvä tietää kiintoaineen partikkelikokojakauma, josta voidaan päätellä, kuinka paljon kiintoainetta saadaan poistettua seulomalla. Kiintoaineiden lisäksi vedessä voi olla liuenneita ravinteita, kuten fosforia ja typpeä. Näiden poisto toteutetaan usein biologisilla menetelmillä. Lisäksi liuenneena voi olla sulfaatteja sekä kloridia (SO_4^{-2} , Cl^-). Liuenneiden aineiden lisäksi on otettava huomioon jäteveden alkalisuus ja pH. Alkalisuus tarkoittaa käytännössä veteen liuenneiden emästen stoikiometristä summaa. Luonnollisissa jätevesissä tämä tarkoittaa yleensä veteen liuenneiden karbonaattien ja bikarbonaattien ainemäärää. Jäteveden pH-arvo vaikuttaa siihen, joudutaanko veden happamuutta säätämään prosessissa. Hyvin happamat tai emäksiset vedet joudutaan säätämään neutraalille tasolle ennen päästöä luontoon. [7, s.29-33]

5.3 Haitalliset aineet jätevedessä

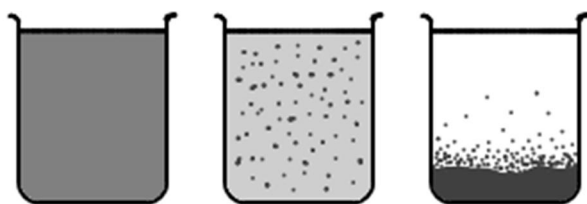
Saasteiksi luetaan kaikki kasveille tai eliöille haitalliset aineet. Tavallisimpia haittatekijöitä ovat raskasmetallit, ravinteet (fosfori ja typpi), patogeenit eli mikrobit sekä orgaaniset ja epäorgaaniset myrkyt. Teollisuusjätevesissä yleisempiä ovat jäännökset prosesseissa käytetyistä kemikaaleista. Yhdyskuntajätevesissä suurempi ongelma on typpeä ja fosforia sisältävät yhdisteet sekä taudinaiheuttajat. Raskasmetalleja löytyy useammin teollisuusjätevesistä. [5, s.187-189]

5.4 Jäteveden puhdistusmenetelmiä

5.4.1 Koagulointi

Jäteveteen suspendoituneita hiukkasia ja kolloideja on miltei mahdoton poistaa sellaisenaan. Painovoimaan perustuvat erotusmenetelmät eivät toimi kunnolla hiukkasten äärimmäisen pienen koon takia, joten erotettavien hiukkasten kokoa joudutaan kasvat-

tamaan. Koagulaatio on prosessi, jossa nesteeseen suspendoituneet hiukkaset takertuvat toisiinsa muodostaen suurempia hiukkasia, aggregaatteja, ja lopulta paljain silmin nähtävää sakkaa (kuva 3). Normaalissa tilassa koagulaatiota ei tapahdu, sillä suspendoituneiden hiukkasten pinnat ovat sähköisesti varautuneita ja hylkivät toisiaan. Tätä varausta kutsutaan zeeta-potentiaaliksi, joka on hiukkasen pinnan ja sitä ympäröivän liuottimen välisten varauksien erotus. Tämän pintavarauksen voi poistaa apuaineilla (koagulanteilla), jolloin hiukkaset menettävät hylkimisvoimansa ja voivat takertua toisiinsa. Hiukkasten pintavaraus voi olla positiivinen tai negatiivinen. Pintavaraus vaikuttaa siihen, mitkä koagulantit pystyvät saostamaan kyseiset hiukkaset, sillä myös koagulanttina toimivan aineen ioneilla on jokin tietty varaus. Vaihtelevanlaatuisten jäteveden kanssa parhaiten toimivat sellaiset koagulantit, jotka sisältävät eri varauksellisia ioneja. Koagulantteina voivat toimia metallisuolat, esimerkiksi rauta- ja alumiinisuolat, sekä orgaaniset koagulantit kuten polyamiinit. [1, s.45-46; 4, s.50-53; 6, s.79-86]



Kuva 3. Koaguloituminen

5.4.2 Sähkökemiallinen koagulointi

Koagulointi voidaan suorittaa myös sähköisesti. Reaktiossa rauta tai alumiini toimii anodina eli hapettuvana elektrodina. Anodin luovuttaessa elektroneja katodille anodista vapautuu positiivisesti varautuneita ioneja (Fe^{3+} tai Al^{2+}), jotka poistavat puhdistettavien hiukkasten negatiivisen pintavarauksen. Varauksen hävittyä hiukkaset alkavat agglomeroitua, ja ne voidaan poistaa laskeuttamalla. Hiukkasten koaguloituminen perustuu täysin samaan ilmiöön kuin tavallisessa koaguloinnissa, vain toteutus on eri. Sähkökoagulaation haittapuolia ovat menetelmän korkeat käyttökustannukset. Myös jätevedellä on oltava riittävä sähkönjohtokyky, jotta menetelmää voidaan soveltaa. [1, s. 105-106]

5.4.3 Flokkulointi

Yleensä koaguloinnin yhteydessä on käytetty tekniikkaa, jossa aggregaattien kokoa kasvatetaan edelleen lisäämällä flokkulanttia nesteeseen. Flokkulantteina toimivat pitkäketjuiset yhdisteet, polymeerit, jotka kiinnittyvät hiukkasten pintaan ja lisäävät niiden tartuntakykyä. Polymeeri kiinnittyy aggregaatin pintaan vain osittain jättäen pitkiä rihmoja, jotka kurottavat hiukkasesta ulospäin. Nämä rihmat takertuvat helposti toisiin samalla tavalla käsiteltyihin hiukkasiin, muodostaen entistä suurempia hiukkasia, flokkeja. [4, s.54-55]

5.4.4 Laskeutus

Tämä on painovoimaan perustuva puhdistusmenetelmä, joka soveltuu nesteeseen suspendoituneiden kiintoaineiden poistoon. Menetelmässä puhdistettavaa nestettä tiheämpien hiukkasten annetaan laskeutua systeemin pohjalle painovoiman vaikutuksesta. Laskeutus ei toimi kunnolla, mikäli erotettavien hiukkasten koko on liian pieni. Pienten hiukkasten takia menetelmää käytetään yhdessä koaguloinnin ja flokkuloinnin kanssa. Laskeutuksessa hiukkasen koko on tärkeä tekijä, joka määrää laskeutumiseen kuluvan ajan. Kuten aikaisemmin jo mainittiin, erittäin pienien hiukkasten laskeutus ei ole järkevää, sillä niiden laskeutumiseen kuluva aika on liian pitkä käytännön sovelluksiin. Tämän takia hiukkasten kokoa kasvatetaan ensin koaguloimalla ja flokkuloimalla.

5.4.5 Saostus

Arkikielessä saostuksella tarkoitetaan usein koagulaatiota. Menetelmänä saostus eroaa kuitenkin koagulaatiosta, ja sitä käytetään erilaisten aineiden (usein metallien) poistoon. Saostuksella poistetaan nesteeseen liuenneita raskasmetalleja ja anioneja kuten sulfaatteja ja fosfaatteja. Metallit saostuvat yleensä metallihydrokseina jollain tietyllä pH-alueella metallista riippuen. Jotta metalli saadaan saostumaan, jäteveden pH on säädettävä alueelle, jossa metalli ei enää liukene veteen vaan saostuu hydroksina. pH:n säätöön voidaan käyttää natriumhydroksidia (NaOH), jonka avulla reaktioon saadaan myös riittävästi hydroksi-ioneja. Anionien saostamiseen tarvitaan kutakin anionia varten sille sopiva saostuskemikaali. Esimerkiksi sulfaatin, fluoridin ja fosfaatin poistoon voidaan käyttää kalsiumyhdisteitä. (1, s.49-55)

5.4.6 Suodatus

Suodatus on mekaaninen prosessi, jossa puhdistettava fluidi ajetaan läpäisevän kalvon lävitse. Fluidi läpäisee kalvon, mutta kiinteät epäpuhtaudet jäävät kiinni kalvoon. Suodattimena voi toimia miltei mikä tahansa huokoinen aine, joka päästää fluidin läpi ja pidättää kiintoainehiukkaset. Suurempien vesimäärien puhdistuksessa käytetään usein hiekkasuodatinta, jonka lävitse veden annetaan hiljalleen kulkeutua. Käytännössä hiekkasuodatin on vain allas, jonka päällä on tietyn paksuinen hiekkakerros. Tämä on tehokas tapa poistaa vedestä suurempia epäpuhtauksia. Tosin veteen liuenneita aineita ei tällä tavalla saada poistettua.

5.4.7 Flotaatio

Flotaatiossa eli kellutuksessa erotettava aine pyritään saamaan nesteen pinnalle, josta se kuoritaan pois mekaanisesti. Mikäli poistettavat hiukkaset ovat nestettä tiheämpiä, ne eivät nouse pintaan itsestään, vaan kellutus joudutaan tekemään keinotekoisesti. Hiukkaset saadaan kellumaan muodostamalla jätevedeen kuplia, jolloin pienet hiukkaset takertuvat kupliin ja nousevat pintaan. Jätevesi saadaan kuplimaan johtamalla ilmaa seokseen korkeassa paineessa. Ilman ja jäteveden seoksen palatessa normaaliin ilmanpaineeseen alkaa jätevedeen muodostua ilmakuplia. Kellutus on jonkin verran kalliimpi tekniikka kuin painovoimaan perustuva laskeutus, sillä kellutuksessa tarvitaan enemmän laitteita ja energiaa. [1, s. 71-73; 6, s.66-71]

5.4.8 Hapetus ja pelkistys

Näitä käytetään, kun myrkyllinen aine saadaan vähemmän myrkylliseen muotoon hapettamalla tai pelkistämällä. Hyvä esimerkki pelkistämisen käytöstä on kuusiarvoisen kromin pelkistäminen kolmiarvoiseksi kromiksi, joka saadaan lisäksi saostumaan kromi-hydroksidina. Yleisimmin käytetty pelkistin on natriumvetysulfiitti (NaHSO_3). Hapetusreaktioista mainittakoon syanidien (CN^-) hapetus syanaateiksi (CNO^-). Syanidien hapetuksessa käytetään yleisimmin natriumhypokloriittia (NaClO). [1, s.29-34]

6 Kokeellinen osa

6.1 Menetelmä ja välineet

Saostuskokeet suoritettiin yksinkertaisella purkkitestillä. Testaukseen tarvitaan sopivan kokoinen, läpinäkyvä astia sekä sekoituslaite. Näiden lisäksi tarvitaan astioita kokeissa tarvittavia reagensseja varten sekä vaaka reagenssien punnitusta varten.

Purkkitestin laitteisto vastaa toiminnaltaan oikeaa saostussäiliötä. Säiliönä toimivaan astiaan lisätään näyte, jota sekoitetaan jonkin aikaa. Sekoituksen aikana lisätään tarvittava määrä saostusainetta. Tämän jälkeen sekoitus lopetetaan ja annetaan muodostuneen sakan laskeutua. Mikäli sopivan kokoista sakkaa ei synny pelkällä saostusaineella, voidaan seokseen lisätä polymeeriä.

Tätä työtä varten käytössä oli säiliönä kahden litran dekantterilasi ja sekoitin, jonka kierrosnopeus oli säädettävissä. Seoksen happamuuden määrittämiseen käytettiin indikaattoripaperia. Reagenssien annosteluun käytettiin 2,5 ml:n kertakäyttöpipettejä.

6.2 Testattavat saostusaineet

Uusia testattavia kemikaaleja oli viisi: Kemiran Kemwater-kemikaalit ALS, PAX-18, PAX-XL 60 ja PIX-115 sekä Chemetalin tuottama Hebrotac Z 105 (liite 2). Kaikki kemikaalit ovat haitallisia, pois lukien ALS ja PIX-115, jotka ovat syövyttäviä. ALS ja Hebrotac Z 105 ovat kirkkaita nesteitä, joista Z 105 on sitkeämpi, sillä se sisältää oman polymeerin. PAX-XL 60 ja PAX-18 ovat kellertäviä nesteitä ja PIX-115 on tumman ruskea neste.

6.3 Työn vaiheet

Työ aloitettiin tekemällä alustavat testit jokaisella saostusaineella pois lukien Hebrotac Z 105, sillä sitä ei ollut koehetkellä saatavilla. Jätevesisäiliöstä otettiin 10 litran näyte-erä. Dekantterilasiin kaadettiin noin 1,5 litraa jätevesinäytettä, ja tämän jälkeen näytettä sekoitettiin. Sekoituksen aikana lisättiin saostusainetta 2,5 ml, ja sekoituksen päätyttyä seoksen annettiin laskeutua 30 minuuttia. Alustavissa kokeissa ei käytetty polymeeriä lainkaan, sillä tavoitteena oli testata pelkästään saostusaineiden saostuskyky.

Edellisen kokeen jälkeen testattiin aineiden tehokkuutta yhdessä polymeerin kanssa. Koetta varten valmistettiin polymeeriliuos liuottamalla ripaus polymeeriä noin kahteen litraan vettä. Liuoksen pohjana käytettiin tavallista vesijohtovettä. Kuten edellisessä kokeessa, tässäkin käytettiin noin 1,5 litran kokoista näytettä saostusainetta kohden, mutta poiketen edellisestä, saostusainetta lisättiin 5 ml. Näytettä sekoitettiin saostusainetta lisättäessä. Saostusaineen lisäyksen jälkeen seokseen lisättiin polymeeriä noin puoli pipetillistä kerrallaan, kunnes oltiin tyytyväisiä sakan kokoon. Lisäyksen jälkeen annettiin sakan laskeutua.

Kolmannessa kokeessa pyrittiin käyttämään saostusainetta mahdollisimman vähän. Koejärjestelyt olivat samanlaiset kuin edellisessä kokeessa. Tässä vaiheessa kokeiltavaksi saatiin myös Hebrozac Z 105, nestemäinen polymeeripitoinen saostusaine. Vertailun vuoksi kokeisiin otettiin myös mukaan jo käytössä oleva Klütthe T 400-201, jauhemainen saostusaine. Saostettavan näytteen koko pienennettiin 1,5 litrasta yhteen litraan. Saostusainetta lisättiin hiljalleen, kunnes havaittiin syntyvän sakkaa. Tämä koesarja suoritettiin kaksi kertaa.

Alustavien kokeiden jälkeen aloitettiin toistokokeet. Edellisten kokeiden tulosten perusteella voitiin päätellä, että saostusaineesta riippumatta sitä tuskin kuluu kokeissa enempää kuin viisi grammaa. Kokeet suoritettiin muuten samalla tavalla kuin edelliset, mutta saostusainetta lisättiin gramma kerrallaan aina viiteen grammaan asti. Jokaisen lisäyksen jälkeen sekoitus lopetettiin ja annettiin näytteen laskeutua, mikäli sakkaa oli muodostunut. Lisäysten välisiä tuloksia verrattiin keskenään. Toistoja tehtiin kahdeksan kertaa, joista jokainen eri päivänä. Näin saatiin eroa näytteiden laatuun ja määritettyä, miten aineet toimivat erilaatuisten jätevesien kanssa.

Toistokokeiden jälkeen aineita kokeiltiin laitosympäristössä pois lukien Kemira ALS, joka pudotettiin kokeiluista pois toistokokeiden aikana sen sisältämän liiallisen sulfaattipitoisuuden takia. Kokeet suoritettiin jotenkinkin samalla tavalla kuin laboratoriossa, vain syötetyillä ainemäärillä oli eroa. Polymeeriliuos valmistettiin paikan päällä.

7 Tuloksia

On hyvä huomioida, että kaikki kokeet eivät ole täysin verrattavissa keskenään, sillä kokeiden aikana jäteveden laatu vaihteli melko paljon. Laadun vaihtelu aiheutti eroja saostusaineiden annosteluun ja toimintakykyyn. Annostelussa erot olivat välillä suuria; joihinkin näytteisiin jouduttiin annostelemaan saostusainetta yli kaksi kertaa niin paljon kuin normaalisti. Joissain tapauksissa jätevettä ei saatu kunnolla saostumaan millään testatuista saostusaineista. Paremman kuvan aineiden toimivuudesta saa vasta toistokokeiden myötä.

7.1 Alustavat kokeet

Ilman polymeeriä tehdyissä alustavissa laskeutuskokeissa näyte saatiin saostumaan kaikilla saostusaineilla. Selkeytetyn veden kirkkaudessa ja laskeutumisnopeudessa oli jonkin verran eroa. Kirkkaimmat tulokset syntyivät aineilla PAX-XL 60 ja PAX-18. Nopein laskeutuminen saavutettiin aineella PIX-115 (noin 15 minuuttia), mutta kirkastettu vesi oli huonolaatuista. Muiden aineiden väliset nopeuserot eivät olleet merkittäviä. Laskeutuminen oli jokaisella aineella kuitenkin liian hidasta, joten näiden aineiden kanssa joudutaan käyttämään apuna polymeeriä.

Saostusaineet toimivat hyvin myös polymeerin kanssa tehdyissä kokeissa (taulukko 6). Polymeerin lisäyksen jälkeen muodostunut sakka laskeutui kaikilla saostusaineilla muutamassa minuutissa. Saostusaineiden annostelussa ei ollut aineiden välillä merkittävää eroa pois lukien PAX-18:n annostus, joka oli selvästi muita pienempi. Myöskään polymeerin annostelussa ei ollut merkittäviä eroja.

Taulukko 6. Saostusaineen kulutus, alustavat kokeet

	Näytettä (g)	Saostusainetta (g)
ALS	1410,7	3,13
PAX-XL 60	1455,8	3,13
PAX-18	1392,5	1,75
PIX-115	1416,8	3,39

Kolmansissa mittauksissa otettiin mukaan aineet Hebrotac Z-105 ja Klütthe T 400-201 (taulukko 7). Annostelussa oli jonkin verron eroja; aineiden PAX-18 ja PAX-XL 60 an-

nostelut olivat pienimmät ja aineiden Hebrotac ja Klütthe annostelut olivat suurimmat. Selkeytetyn veden kirkkaudessa oli selviä eroja; parhaat tulokset saatiin aineilla ALS, PIX-115 ja PAX-XL 60. Vastaavasti huonoimmat tulokset saatiin Hebrotacilla ja Klüthelä.

Taulukko 7. Saostusaineen kulutus, mukana Z 105 ja T 400-201

	Näytettä (g)	Saostusainetta (g)	Selkeys
ALS	945,81	4,21	Kirkas, sisältää leijuvia partikkeleita.
PAX-XL 60	954,15	3,39	Kirkas, sisältää leijuvia partikkeleita.
PAX-18	938,09	3,81	Sameaa, sekoittimen varsi ei erotu.
PIX-115	966,93	4,36	Melko kirkas.
Z 105	934,23	5,93	Todella samea. Pinnassa kelluu sakkaa.
T 400-201	928,96	5,02	Todella samea.

7.2 Toistokokeet

Kokeita tehtiin kahdeksan kertaa, joista alkupään kokeissa oli mukana kaikki aineet. Hieman ennen kokeiden puoliväliä lopetettiin testaus aineella ALS. Toistokokeissa käytettyjen aineiden annostelu vaihteli 4 gramman molemmiin puolin aineesta riippumatta poikkeuksena Klütthe, jota annosteltiin keskimäärin 10 grammaa jokaisessa kokeessa (taulukko 8). Pienimmillä annostuksilla selvittiin aineilla PAX-18 ja PAX-XL 60. Selkeytetyn veden laadussa ei ollut aineiden välillä merkittäviä eroja (taulukko 9). Ainoastaan vaikeasti saostuvissa näytteissä oli melko selvä ero Klüthen ja muiden aineiden välillä; Klütthe toimi tällaisissa tapauksissa selvästi muita paremmin.

Taulukko 8. Toistokokeiden tulokset: saostusaineiden kulutus grammoina

Toisto	ALS	PAX-XL 60	PAX-18	PIX-115	Z 105	T 400-201
1	1,45	1,16	0,88	1,30	3,92	3,18
2	4,95	3,10	3,33	5,31	5,18	10,82
3	1,91	2,06	3,11	3,04	2,98	15,12
4		1,87	1,96	2,94	3,44	6,13
5		4,30	4,04	6,11	6,10	18,23
6		2,09	2,02	3,92	3,13	10,38
7		2,48	2,18	3,20	3,27	10,11
8		2,07	1,95	3,01	2,78	
Keskiarvo	2,77	2,39	2,44	3,60	3,85	10,57
Keskihajonta	1,90	0,95	1,00	1,51	1,18	5,07

Taulukko 9. Toistokokeiden tulokset: veden kirkkaus asteikolla 1-5, josta 5 on paras

Toisto	ALS	PAX-XL 60	PAX-18	PIX-115	Z 105	T 400-201
1	2,00	2,00	3,00	1,00	4,00	1,00
2	3,00	4,00	4,00	3,00	4,00	2,00
3	2,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00
4		4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
5		3,00	3,00	4,00	4,00	4,00
6		4,00	5,00	4,00	4,00	4,00
7		4,00	5,00	4,00	4,00	5,00
8		5,00	5,00	5,00	5,00	
Keskiarvo	2,33	3,75	4,13	3,50	4,13	3,43

7.3 Laitoskokeet

Laitoskokeita tehtiin neljä kertaa, joista ensimmäisellä kerralla kokeet tehtiin kaikilla eri aineilla pois lukien ALS ja Klütthe. Ainetta ALS ei käytetty yksissäkään laitoskokeissa. Neljäs koe suoritettiin tehtaan oman henkilökunnan toimesta, ja tulos lähetettiin ulkopuoliseen laboratorioon analysoitavaksi (liite 3). Koe suoritettiin vain aineella PAX-XL 60.

Ensimmäiset laitoskokeet sujuivat huonosti, sillä jätevedtä ei saatu saostumaan kaikilla aineilla. Lisäksi jäteveden laatu vaihtui kesken kokeen suorituksen. Laboratoriokokeiden perusteella aineiden annosteluksi oli laskettu PAX-XL 60:lle ja PAX-18:lle noin 3,5 – 4 litraa ja PIX-115:lle ja Hebrotacille 4,5 – 5 litraa. Jätevesi ei kuitenkaan näillä määrillä saostunut kunnolla vaan jokaista ainetta päädyttiin lisäämään miltei kaksinkertainen määrä. PAX-XL 60:tä ja PAX-18:ta annosteltiin 6 litraa, PIX-115:ta 8 litraa ja Hebrotacia 7,5 litraa. Ennen muutosta jätevedessä kokeet ehdittiin suorittaa Hebrotacilla ja PAX-XL 60:llä, joista saostus onnistui vain Hebrotacilla. Tulos oli melko kirkas, mutta veteen jäi paljon silmin erotettavia laskeutumattomia hiukkasia. Näiden kahden kokeen jälkeen havaittiin muutos jäteveden värissä, mutta kokeita päätettiin silti jatkaa kokeilemalla saostusta PAX-18:lla ja PIX-115:llä. Saostus onnistui vain PAX-18:ta ja tulos oli melko samea. Vedessä ei kuitenkaan leijunut hiukkasia, kuten Hebrotacilla saadussa tuloksessa.

Toisesta laitoskokeesta lähtien päädyttiin kokeilemaan vain aineita PAX-XL 60 ja PAX-18, sillä ne olivat tässä vaiheessa jo muodostuneet parhaiksi kandidaateiksi. Tässä ko-

keessa ei saostuksessa onnistuttu kummallakaan aineella. Jätevesi saatiin loppujen lopuksi saostumaan Klüthellä ja useammalla sekoituskerralla. Jätevedestä otettiin pieni näyte-erä ja siirryttiin kokeilemaan saostusta laboratoriossa. Saostaminen ei onnistunut tällä kertaa edes laboratorio-olosuhteissa, ja tämä koekerta merkittiin epäonnistuneeksi.

Toisin kuin edellinen koe, kolmas laitoskoekerta onnistui melko hyvin. Jätevesi saatiin saostumaan molemmilla aineilla ilman suurempia vaikeuksia. Molempia aineita testattiin vuorotellen kolme kertaa (taulukko 10). Aineita ehdittiin testata kaksi kertaa, jonka jälkeen jäteveden laatu vaihtui. Kolmannella kerralla molempien aineiden kulutus oli hieman suurempi. Polymeeriliuosta lisättiin jokaisen kokeen yhteydessä keskimäärin kaksi ämpärillistä. Tämä vastaa noin 20-40 grammaa puhdasta polymeeriä.

Taulukko 10. Kolmannet laitoskokeet, saostusaineiden kulutus litroina

Toisto	PAX-XL 60	PAX-18
1	4,0	4,0
2	6,0	4,0
3	6,0	5,5
Keskiarvo	5,3	4,5

Veden kirkkaudessa ei ollut kokeiden välillä merkittävää eroa. Puhdistetun veden laatu oli paljain silmin katsottuna riittävän hyvää: vesi oli kirkasta, eikä siinä havaittu suuria määriä kelluvaa kiintoainetta. Jäteveden saostuminen vaati kuitenkin sekoituksen manuaalisen pysäytyksen ja jatkamisen jokaisessa kokeessa poikkeuksena toinen toistokerta aineella PAX-18, jossa sakka muodostui heti. Normaalisti saostusaineen lisäyksen jälkeen jätevettä sekoitetaan yhden kerran viisi minuuttia, jonka aikana saostusaineen pitäisi vaikuttaa riittävästi. Näissä kokeissa jouduttiin samaa panosta sekoittamaan useampaan otteeseen.

8 Johtopäätökset

Parhaiksi valinnoiksi nousivat testien perusteella PAX-18 ja PAX-XL 60 annostelumäärän ja hyvien tuloksien johdosta. Molemmat aineet olivat hyvin samankaltaisia sillä ne saostivat helposti saostuvat jätevesierät yhtä tehokkaasti. Molemmilla oli myös ongelmia vaikeasti saostuvien jätevesien kanssa. PAX-18:n kanssa ilmeni ongelmia pH:n laskies-

sa alle kuuden. Tällöin aine ei pystynyt enää saostamaan näytettä kunnolla. Aineen lisäys ei tässä vaiheessa enää vaikuttanut, sillä se on itsessään hapanta ja sen lisäys alentaa näytteen pH:ta, estäen sen toiminnan. PAX-XL 60:n kanssa ei tällaista ongelmaa ilmennyt. Vaikka PAX-18:n kanssa ilmeni ongelmia pH:n laskiessa liian alas, sitä ei silti kannata pois sulkea lopullisista vaihtoehtoista, sillä se sai kokeissa parhaat tulokset. pH:n säätö oikeaksi onnistuu helposti lipeän avulla, ja mikäli säätöä joudutaan tekemään usein, sen voi automatisoida lipeää syöttävällä pumpulla, jota ohjaa pH-anturi.

Myös PIX-115 pärjasi kokeissa hyvin, mutta jää muiden aineiden varjoon sisältämänsä sulfaatin takia. Yksi työn tärkeimmistä tavoitteista oli vähentää sulfaatin käyttöä. Tämän lisäksi aineesta jäi selkeytettyyn veteen rusehtava ominaisväri.

Hebrotacilla saatiin myös hyviä tuloksia, sen annostelumäärät olivat kohtuullisia ja se oli helppokäyttöinen sisältämänsä polymeerin ansiosta. Hebrotac olisi muuten hyvä valinta, mutta se on liian kallista verrattuna Kemiran aineisiin.

Jätevesilaitoksen vuosittainen kemikaalikulutus on arviolta noin 35 tonnia, josta 5 tonnia on vanhaa Klüthen T 400- 129:ää ja 30 tonnia uudempaa T 400- 201:tä. Kilohinta näille aineille on 3,11 euroa arvonlisävero mukaan luettuna. Vuodessa kemikaalin hankinta tulee siis maksamaan noin 109 000 euroa.

Kemiran Kemwater-kemikaalit ovat käytössä olevaan kemikaaliin verrattuna erittäin halpoja. Halvin, PIX-115, maksaisi konttitavarana arviolta 450 €/t eli 0,45 €/kg. Hieman kalliimmat, mutta testeissä paremmin pärjänneet PAX-XL 60 ja PAX-18, maksaisivat konttitavarana vastaavassa järjestyksessä 0,6 €/kg ja 0,55 €/kg. Ottaen huomioon näiden kemikaalien kokeiden perusteella pienemmät kulutusmäärät voidaan kyseisillä kemikaaleilla saavuttaa todella pienet kustannukset verrattuna aikaisempiin (taulukko 11).

Taulukko 11. Arvioidut käyttökustannukset

	T 400- 201	PAX-XL 60	PAX-18	PIX-115
Hinta (€/kg)	3,11	0,60	0,55	0,45
Kulutus (t/a)	35,0	8,1	8,4	12,1
Hinta (€/a)	108850	4884	4639	5431
Hinta rinnakkaiskäytössä (10 % T 400- 201)		15280	15060	15773
Hinta rinnakkaiskäytössä (20 % T 400- 201)		25677	25481	26115
Hinta rinnakkaiskäytössä (30 % T 400- 201)		36074	35902	36457
Hinta rinnakkaiskäytössä (40 % T 400- 201)		46470	46323	46799

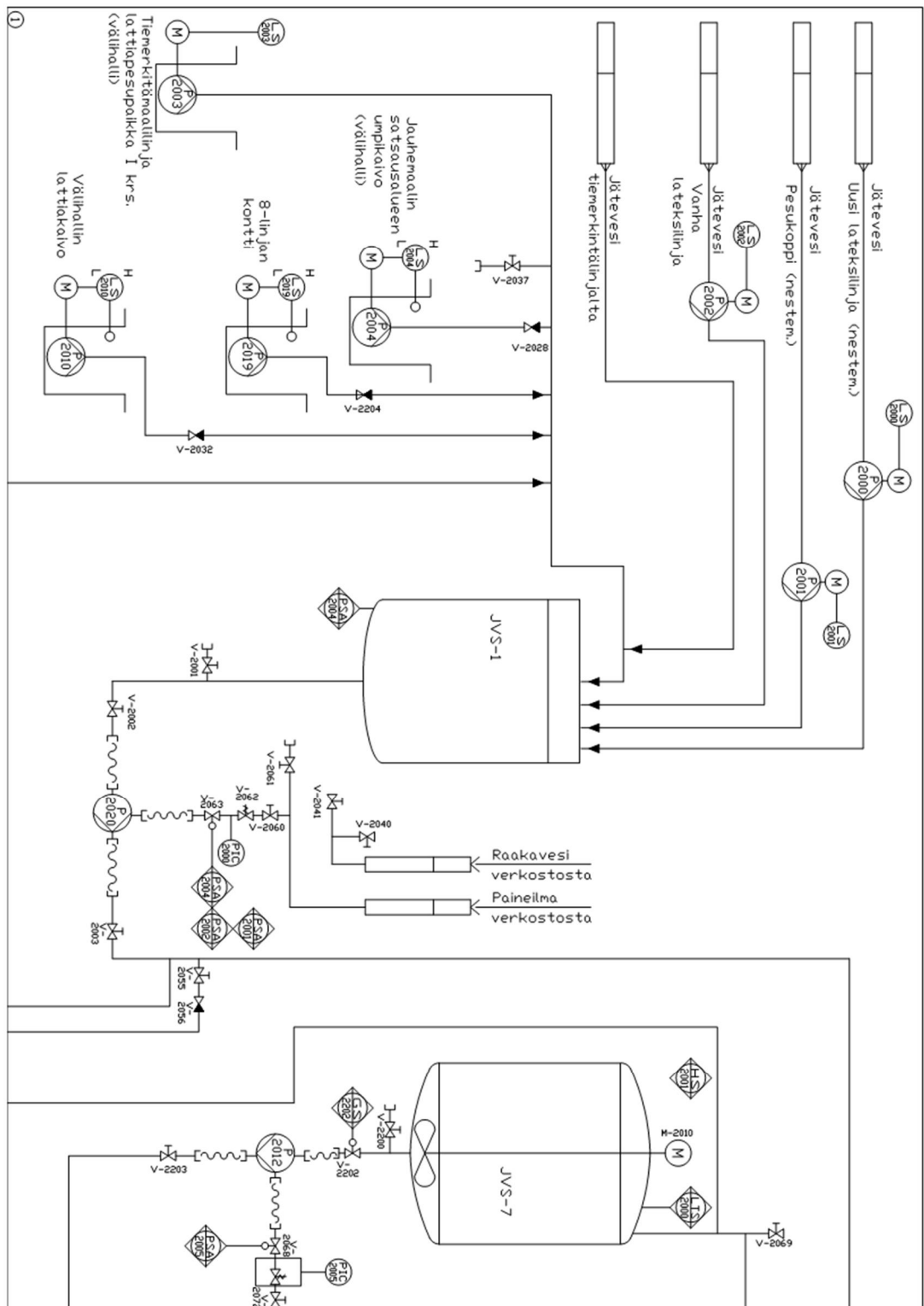
Pelkästään käyttämällä uusia kemikaaleja kustannukset saadaan leikattua noin 5000 €/a tasolle. Epäonnistuneet kokeet huomioon ottaen realistisempi ratkaisu olisi rinnakkaiskäyttö, mutta näissäkin tapauksissa säästöt olisivat huomattavat, vaikka vanhaa kemikaalia jouduttaisiin käyttämään useasti.

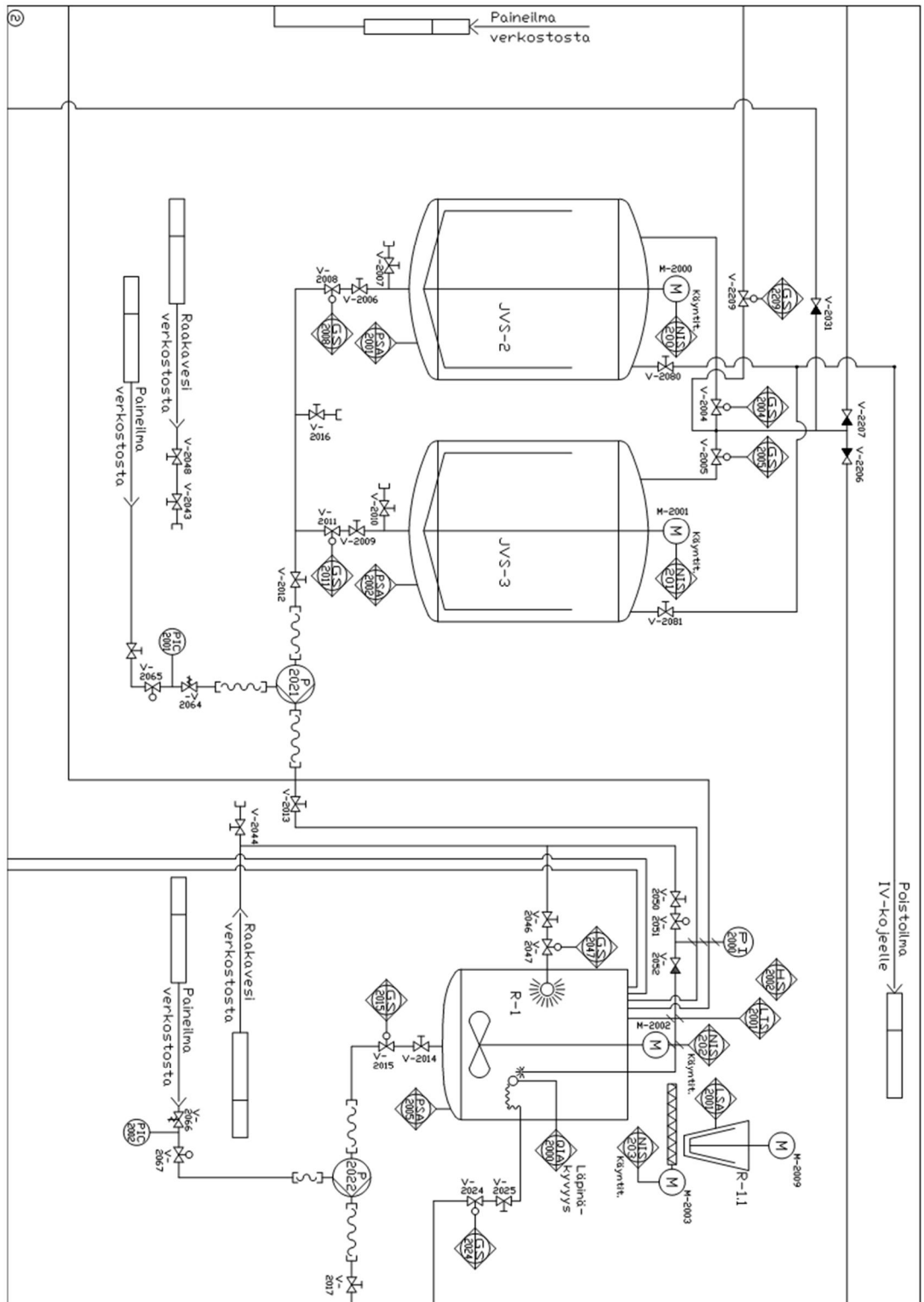
Koetulosteen perusteella ja muut seikat huomioon ottaen parhaaksi vaihtoehdoksi tulisi ottaa käyttöön PAX-XL 60 tai PAX-18 käytössä olevan Klüthen rinnalle. Molemmat aineet pystyvät saostamaan suurimman osan jätevesistä ilman ongelmia, vähentäen tarvetta käyttää Klüttheä prosessissa. Vaikka Klüthen käytöstä ei päästäisi kokonaan eroon, näiden aineiden käytöllä saataisiin vuosittaistasolla huomattavat säästöt kustannuksiin.

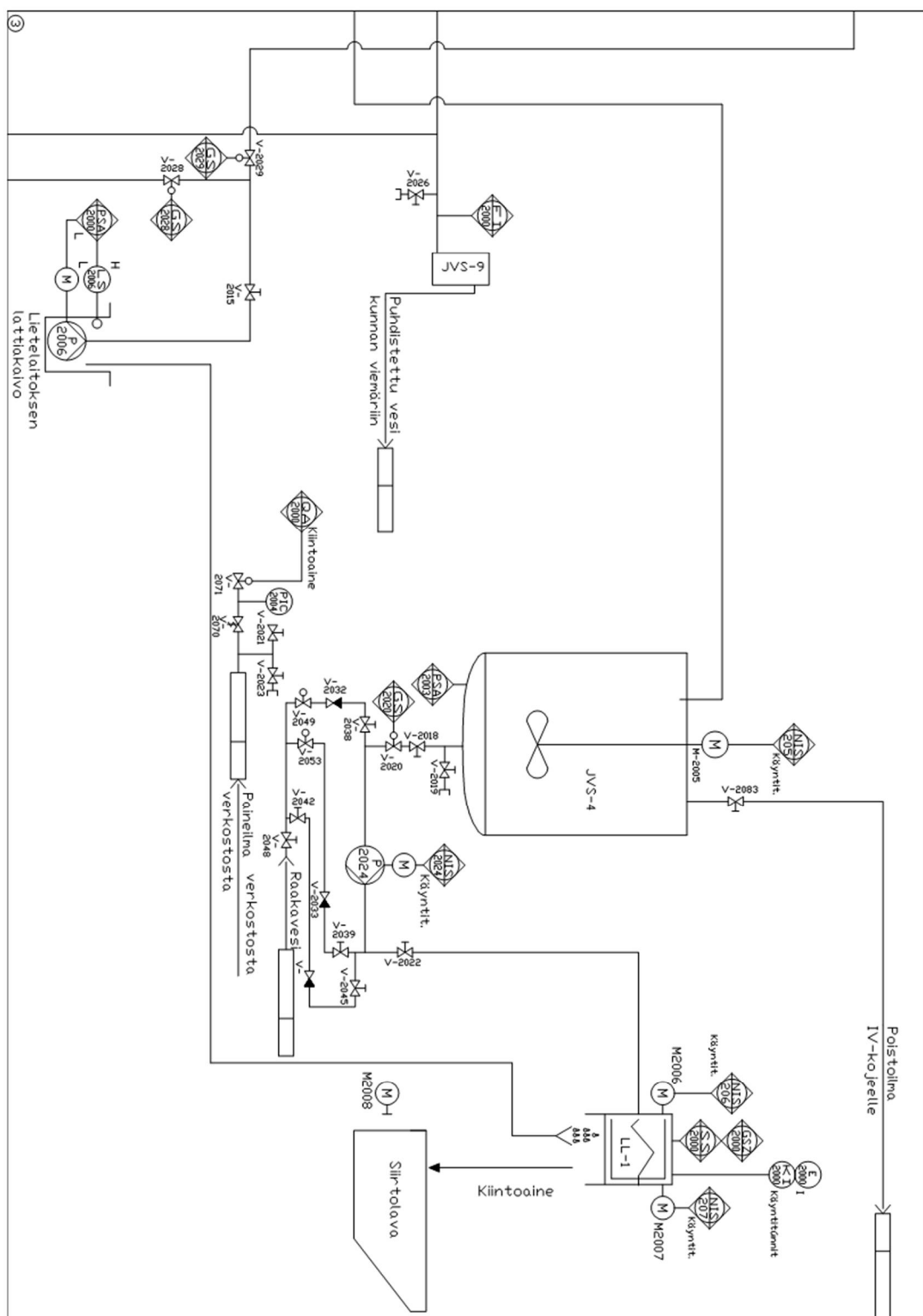
Lähteet

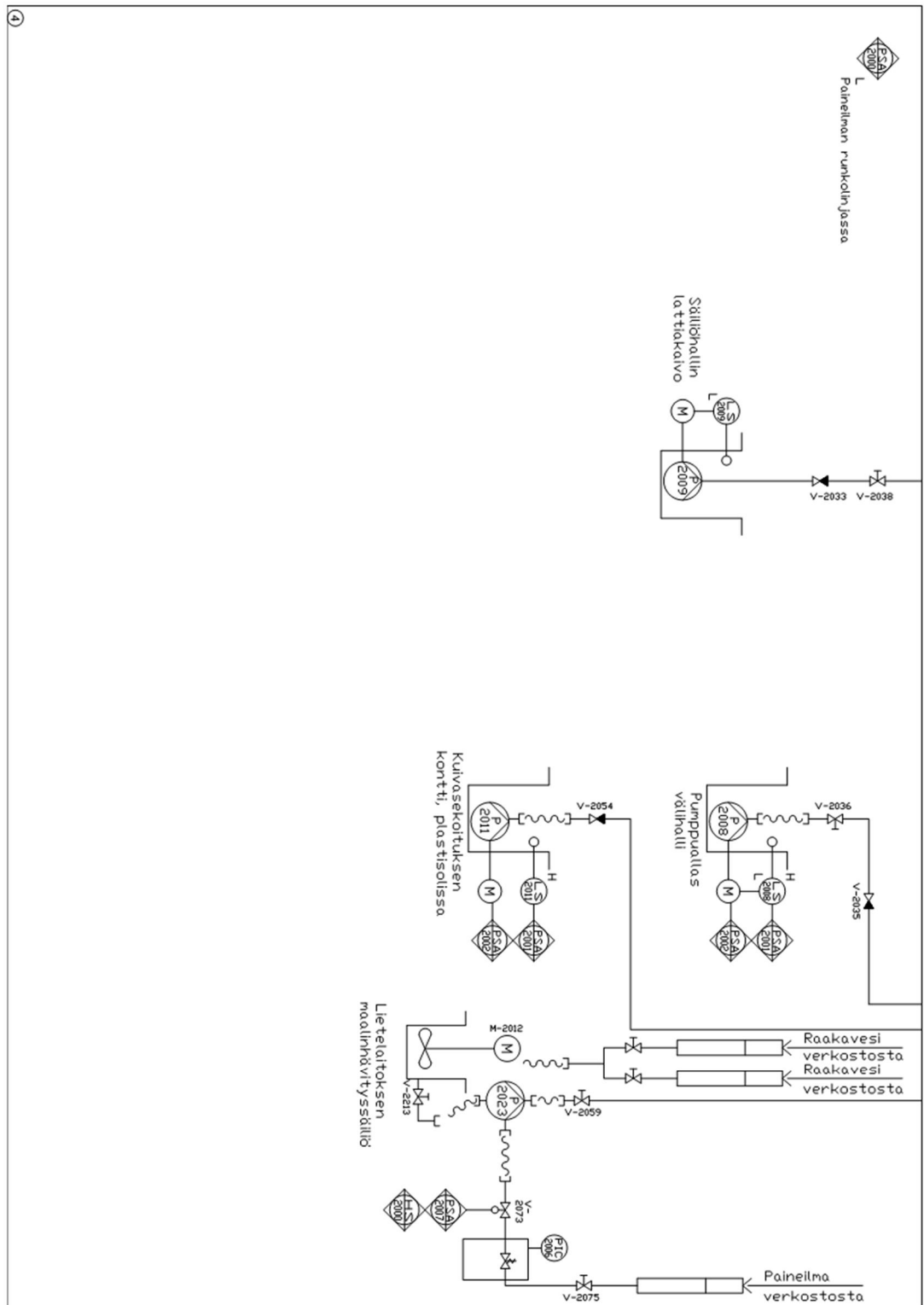
- 1 Pintakäsittelylaitosten vesien käsittely. Suomen Galvanotekninen Yhdistys. 2003.
- 2 Alén, H.: Maalit ja niiden käyttö. 2. uudistettu painos. Opetushallitus. 1999
- 3 Buxbaum, G. & Pfaff, G. (Eds.): Industrial Inorganic Pigments. Third, Completely Revised and Extended Edition. Wiley-VCH. Weinheim. 2005.
- 4 Hunter, R.: Introduction to Modern Colloid Science. Oxford Science Publications. 1993.
- 5 Manahan, S.: Environmental Chemistry. Seventh Edition. Lewis Publishers, 2000
- 6 Nemerow, N. (Editor): Industrial Waste Treatment. Butterworth-Heinemann. Oxford. 2007.
- 7 Wastewater Engineering. Treatment and Reuse. Fourth Edition. McGraw-Hill. New York. 2004.
- 8 Maalin koostumus: http://www.teknos-group.com/rc_projekti/raaka_aineet.htm. Luettu 12.5.2011
- 9 Maalin valmistus: <http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/aineistot/maalit/mitamaa.htm>. Luettu 12.5.2011
- 10 Paint: <http://en.wikipedia.org/wiki/Paint>. Luettu 18.5.2011
- 11 Maali: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Maali>. Luettu 18.5.2011
- 12 Maalin valmistus: http://www.teknos-group.com/rc_projekti/maalinvalmistus.htm. Luettu 24.5.2011
- 13 Flocculation tank: <http://www.fkcscrewpress.com/floctanks.html>. Luettu 25.5.2011
- 14 Teknos OY. Käyttöturvallisuustiedote: T 400- 201.

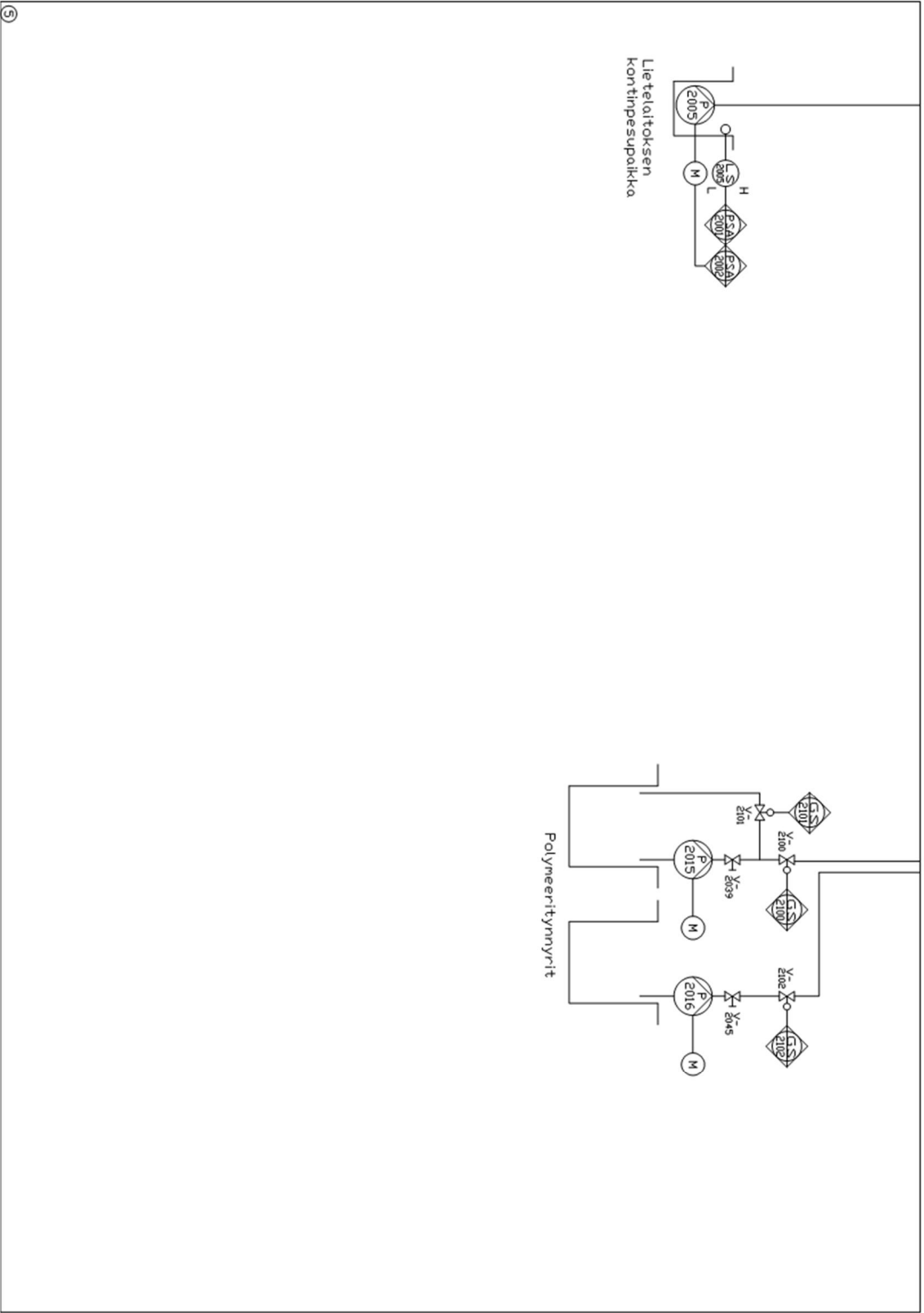
Lietelaitoksen PI-kaavio

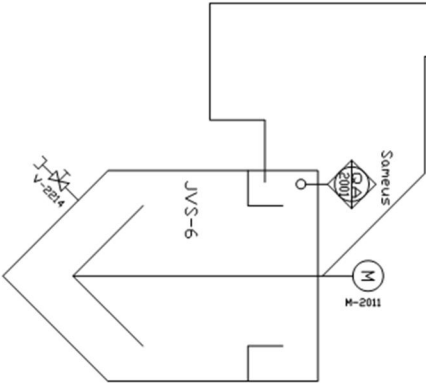














Tämä piirustus on TEKNOS OY:n
omaisuutta. Piirustuksen osittainenkin
kopiointi tai luovutus kolmannelle osa-
puolelle ilman kirjallista lupaa on kielletty.




PSA
200 L

Puhallin runkolinjassa



= automaattiventtiili



= käsiventtiili

				Puhallin ja lisävarusteiden		Puhallin ja lisävarusteiden	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa		Osa	
Osa		Osa		Osa			

Kemwater-kemikaalien tuotetiedot

kemira

TUOTETIEDOT

ALS 01.03.2006

Kemwater™
ALS

Alumiinisulfaatti, $Al_2(SO_4)_3$. Kemwater ALS on vedenpuhdistuksessa käytettävä nestemäinen saostusaine, joka sisältää aktiivisia kolmiarvoisia alumiiniyhdisteitä.

Kemwater ALS sopii pinta- ja pohjavesien puhdistukseen ja sitä voidaan käyttää useimmissa puhdistusprosesseissa.

Kemialliset ja fysikaaliset tiedot

Alumiini (Al^{3+})	4,0±0,3	p-%
Rauta (Fe^{3+})	<0,01	p-%
Aktiivinen aine (Me^{3+})	1,5±0,1	mol/kg
Sulfaatti (SO_4^{2-})	22,5±1,5	p-%
Kloridi (Cl^-)	<0,01	p-%
pH	2,0	
Tiheys	1280±50	kg/m ³

Epäpuhtaudet: Pitoisuus tuotteessa

Arseni (As)	<0,1	mg/kg
Kadmium (Cd)	<0,05	mg/kg
Kromi (Cr)	<0,5	mg/kg
Elohopea (Hg)	<0,05	mg/kg
Nikkeli (Ni)	<0,5	mg/kg
Lyijy (Pb)	<0,5	mg/kg
Antimoni (Sb)	<0,05	mg/kg
Seleni (Se)	<0,05	mg/kg

Käytettävät materiaalit

Kemwater ALS:n kanssa kosketuksiin joutuvien osien tulee olla muovia (PE, PP, PVC), kumioitua terästä tai haponkestävää terästä. Tämä on huomioitava valittaessa pumppuja, putkistoja ja varastosäiliöitä.

Säilytys

Kemwater ALS:n varastointiaika on korkeintaan 12 kk. Säilytysastia tulee merkitä tuotteen teknisellä nimellä sekä varoitusmerkillä.

Toimitukset

Kemwater ALS toimitetaan irtotavarana säiliö-autoilla max. 42 tonnia.

Annostelu

Kemwater ALS voidaan annostella kalvo-pumpuilla laimentamattomana suoraan varastosäiliöstä.

Annostelumäärien laskeminen

100 ml/m³ ALS vastaa

- 128 g /m³ ALS
- 5,12 g /m³ Al

100 g/m³ ALS vastaa

- 78,13 ml/m³ ALS
- 4,00 g/m³ Al

Käyttöturvallisuus

Kemwater ALS on syövyttävää. Tuotetta käsiteltäessä on käytettävä suojavaatetusta, suojakäsineitä ja silmien- tai kasvonsuojainta.

Ennen aineen käsittelyä on perehdyttävä käyttöturvallisuustiedotteeseen.



SYÖVYTTÄVÄ

KEMIRA OYJ
KEMWATER FINLAND
PL 330
00101 HELSINKI

PUH: 010 88 1211
FAX: 010 88 21818

E-mail: kemwater-fi@kemira.com
Internet: www.kemira.com/water_treatment_Finland/Suomeksi

TUOTETIEDOT

PAX-18 26.11.2008

Kemwater™

PAX-18

Polyalumiinikloridi Kemwater PAX-18 on vedenpuhdistuksessa käytettävä nestemäinen saostusaine, joka sisältää aktiivisia moniarvoisia alumiiniyhdisteitä.

Kemwater PAX-18 sopii juoma- ja jätevesien puhdistukseen ja sitä voidaan käyttää useimmissa puhdistusprosesseissa.

Kemialliset ja fysikaaliset tiedot

Ulkomuoto	Kellertävä neste	
Alumiini (Al^{3+})	9,2±0,3	p-%
Rauta (Fe^{3+})	<0,01	p-%
Kloridi (Cl^-)	21±2	p-%
OH/Al	1,2±0,1	
pH	<1,0	
Tiheys (23 °C)	1370±50	kg/m ³
Viskositeetti (23 °C)	34	cP

Epäpuhtaudet: Pitoisuus tuotteessa [mg/kg]

Arseni (As)	<0,05
Kadmium (Cd)	<0,05
Kromi (Cr)	<0,5
Elohopea (Hg)	<0,02
Nikkeli (Ni)	<1
Lyijy (Pb)	<1
Antimoni (Sb)	<0,05
Seleen (Se)	<0,05

Laatu

Kemwater PAX-18 vastaa juomavesien käsittelyssä käytettäville kemikaaleille asetettua standardia "European Standard EN883 Chemicals used for treatment of water intended for human consumption".

Käytettävät materiaalit

Kemwater PAX-18 kanssa kosketuksiin joutuvien osien tulee olla muovia (PE, PP, PVC), lasikuituvahvisteita polyesteriä, titaania tai kumioitua terästä. Tämä on huomioitava valittaessa pumpuja, putkistoja ja varastosäiliöitä. Haponkestäviä teräslaitteita ei voi käyttää Kemwater PAX-18 kanssa.

Säilytys

Kemwater PAX-18:n säilyvyys on vähintään 6 kk. Suositeltava käyttö- ja varastointilämpötila yli -5 °C. Säilytysastia tulee merkitä tuotteen teknillä nimellä sekä varoitusmerkillä.

Toimitukset

Kemwater PAX-18 toimitetaan irtotavarana säiliöautoilla max. 42 tonnia. Liuksen maksimilämpötila on 50 °C ja tyypillinen lämpötila 25 – 30 °C.

Annostelu

Kemwater PAX-18 voidaan annostella kalvo-pumpuilla laimentamattomana suoraan varastosäiliöstä tai vedellä laimennettuna.

Annostelumäärien laskeminen

100 ml/m³ PAX-18 vastaa

- 137 g/m³ PAX-18
- 12,6 g/m³ Al

100 g/m³ PAX-18 vastaa

- 72,99 ml/m³ PAX-18
- 9,2 g/m³ Al

Käyttöturvallisuus

Kemwater PAX-18 ärsyttää silmiä ja ihoa.

Roiskeet iholta on huuhdeltava välittömästi runsaalla määrällä vettä. Roiskeet silmistä on huuhdeltava välittömästi runsaalla vedellä ja mentävä lääkärin.

Tuotetta käsiteltäessä on käytettävä sopivaa suojavaatetusta, suojakäsineitä ja silmien- tai kasvonsuojainta.

Ennen tuotteen käsittelyä on perehdyttävä käyttöturvallisuustiedotteeseen.



ÄRSYTTÄVÄ

TUOTETIEDOT

PAX-XL60 15.04.2005

Kemwater™

PAX-XL60

Polyalumiinikloridi Kemwater PAX-XL60 on vedenpuhdistuksessa käytettävä nestemäinen saostusaine, joka sisältää aktiivisia kolmiarvoisia alumiiniyhdisteitä.

Kemwater PAX-XL60 sopii juoma- ja jäteveden puhdistukseen ja sitä voidaan käyttää useimmissa puhdistusprosesseissa. Erityisen hyvin PAX-XL60 sopii kiintoaineen poistoon.

Kemialliset ja fysikaaliset tiedot

Ulkomuoto	Kellertävä neste	
Alumiini (Al^{3+})	7,8±0,5	p-%
Aktiivinen aine (Me^{3+})	2,9±0,2	mol/kg
Rauta (Fe^{3+})	<0,01	p-%
Kloridi (Cl^-)	17,0±2,0	p-%
Sulfaatti (SO_4^{2-})	0,50±0,05	p-%
OH/Al	1,4±0,1	
pH	<1,5	
Tiheys	1310±50	kg/m ³

Epäpuhtaudet: Pitoisuus tuotteessa

Arseeni (As)	<0,05	mg/kg
Kadmium (Cd)	<0,05	mg/kg
Kromi (Cr)	<0,5	mg/kg
Elohopea (Hg)	<0,02	mg/kg
Nikkeli (Ni)	<1,0	mg/kg
Lyijy (Pb)	<1,0	mg/kg
Antimoni (Sb)	<0,05	mg/kg
Seleen (Se)	<0,05	mg/kg

Laatu

Kemwater PAX-XL60 vastaa juomavesien käsittelyssä käytettävälle kemikaaleille asetettua standardia "European Standard EN883 Chemicals used for treatment of water intended for human consumption".

Käytettävät materiaalit

Kemwater PAX-XL60 kanssa kosketuksiin joutuvien osien tulee olla muovia (PE, PP, PVC), lasikuituvahvisteita polyesteriä, titaania tai kumioitua terästä. Tämä on huomioitava valittaessa pumppuja, putkistoja ja varastosäiliöitä. Haponkestäviä teräslaitteita ei voi käyttää Kemwater PAX-XL60 kanssa.

Säilytys

Kemwater PAX-XL60:n säilyvyys on vähintään 12 kk. Suositeltava käyttö- ja varastointilämpötila yli 0°C. Säilytysastia tulee merkitä tuotteen teknisellä nimellä sekä varoitusmerkillä.

Toimitukset

Kemwater PAX-XL60 toimitetaan irtotavarana säiliöautoilla max. 42 tonnia.

Annostelu

Kemwater PAX-XL60 voidaan annostella kalvo-pumpeilla laimentamattomana suoraan varastosäiliöstä tai vedellä laimennettuna.

Annostelumäärien laskeminen

100 ml/m³ PAX-XL60 vastaa

- 131 g /m³ PAX-XL60
- 10,22 g /m³ Al

100 g/m³ PAX-XL60 vastaa

- 78,34 ml/m³ PAX-XL60
- 7,80 g/m³ Al

Käyttöturvallisuus

Kemwater PAX-XL60 ärsyttää ihoa ja silmiä. Tuotetta käsiteltäessä on käytettävä suojavaatetusta, suojakäsineitä ja silmien- tai kasvonsuojainta.

Ennen tuotteen käsittelyä on perehdyttävä käyttöturvallisuustiedotteeseen.



ÄRSYTTÄVÄ

KEMIRA OYJ
KEMWATER FINLAND
PL 330
00101 HELSINKI

PUH: 010 88 1211
FAX: 010 882 1618

E-mail: kemwater-f@kemira.com
Internet: www.kemira.com/water_treatment_Finland/ Suomeksi

TUOTETIEDOT

PIX-115 15.04.2005

Kemwater™

PIX-115

Ferrisulfaatti, $Fe_2(SO_4)_3$. Kemwater PIX-115 on vedenpuhdistuksessa käytettävä nestemäinen saostusaine, joka sisältää aktiivisia kolmiarvoisia rautayhdisteitä.

Kemwater PIX-115 sopii jäte- ja juomavesien puhdistukseen, lietteenkäsittelyyn sekä rikkivedyn poistoon.

Kemialliset ja fysikaaliset tiedot

Ulkomuoto	Tummanruskea neste	
Rauta (Fe^{3+})	11,5±0,3	p-%
Rauta (Fe^{2+})	<0,4	p-%
Aktiivinen aine (Me^{3+})	2,1±0,1	mol/kg
Sulfaatti (SO_4^{2-})	32±2	p-%
pH	<1,0	
Tiheys	1550±50	kg/m ³
Viskositeetti (23°C)	30	cP
Kiintoaine	<0,2	p-%

Epäpuhtaudet: Pitoisuus tuotteessa

	Max.	Tyypillinen analyysi	
Arseeni (As)	<0,1	<0,05	mg/kg
Kadmium (Cd)	<0,05	0,01	mg/kg
Kromi (Cr)	<10	<5	mg/kg
Elohopea (Hg)	<0,01	<0,01	mg/kg
Mangaani (Mn)	<800	650	mg/kg
Nikkeli (Ni)	<50	29	mg/kg
Lyijy (Pb)	<1	0,2	mg/kg
Antimoni (Sb)	<0,1	<0,1	mg/kg
Seleen (Se)	<0,05	<0,05	mg/kg

Säilytys

Kemwater PIX-115:n säilyvyys on vähintään 12 kk. Suositeltava käyttö- ja varastointilämpötila yli 0°C. Säilytysastia tulee merkitä tuotteen teknisellä nimellä sekä varoitusmerkillä.

Käytettävät materiaalit

Kemwater PIX-115 kanssa kosketuksiin joutuvien osien tulee olla muovia (PE, PP, PVC), lasikuitu- vahvisteista polyesteriä, titaania, kumioitua tai haponkestävää terästä. Tämä on huomioitava valittaessa pumppuja, putkistoja ja varastosäiliöitä.

Toimitukset

Kemwater PIX-115 toimitetaan irtotavarana säiliöautoilla max. 42 tonnia.

Annostelu

Kemwater PIX-115 voidaan annostella kalvopumpuilla laimentamattomana suoraan varastosäiliöstä tai vedellä laimennettuna.

Annostelumäärien laskeminen

100 ml/m³ PIX-115 vastaa

- 155 g /m³ PIX-115
- 17,83 g /m³ Fe

100 g/m³ PIX-115 vastaa

- 64,52 ml/m³ PIX-115
- 11,50 g/m³ Fe

Käyttöturvallisuus

Kemwater PIX-115 on syövyttävää. Tuotetta käsiteltäessä on käytettävä suojavaatetusta, suojakäsineitä ja silmien- tai kasvonsuojainta.

Ennen tuotteen käsittelyä on perehdyttävä käyttöturvallisuustiedotteeseen.



SYÖVYTTÄVÄ

Laboratorioanalyysin tulokset



YMPÄRISTÖLABORATORIO

Tutkimustodistus Nro VEJV2083/2010
20.10.2010 1(1)



Teknos Oy
Pasi Pelkonen
PL 14
05201 Rajamäki

Teknos Oy
Rajamäen tehtaan prosessijätevesi, ylimääräinen näyte
Näytteenottopäivä: 5.10.2010 Työn aloituspäivä: 6.10.2010
Näytteenottaja: Asiakas
P10593P001/2010/3070

Numeroiden selitys:
3070 Jätevesi, ylimääräinen näyte

Määrittäminen	Laatu	Menetelmä	3070
Sähkönjohtavuus 25 °C ⁻¹	mS/m	SFS-EN 27888	210
Kiintoaine ^{*)}	mg/l	SFS-EN 872 GFA	51
BHK 7 (ATU) ^{*)}	mg/l	SFS-EN 1899-1	1400
Kr(Cr) kem. hapenkul.	mg/l	HACH reactor	3200
Sulfaatti SO ₄	mg/l	Sis.turb.m.suod.e	44
pH-luku ^{*)}		SFS 3021	7.0

^{*)} Akkreditoitu analyysimenetelmä. Akkreditointi ei koske lausuntoa.
Analyysikohtainen mittausepävarmuus ilmoitetaan pyydettyessä.

LAUSUNTO

Ylimääräinen näyte. Seostusaine Kemwater PAX-XL60.

Annamari Enström
Annamari Enström
DI, prosessikemisti

Tiedoksi:
pasi.pelkonen@tekno.fi
petri.holm@tekno.fi

Asiakkaan osittainen kopiointi kielletty.

Tulostusulos koskee vain tutkittua näytettä

FCG Finnish Consulting Group Oy
Osmonitie 34, PL 950, 00601 HELSINKI
Puh. 010 4090, fax. 010 409 5002

www.fcg.fi
ALV.REK. kmo 794.040, FI 1940671-3